

Distr.: Limited  
3 December 2007  
Arabic  
Original: English

## الجمعية العامة



لجنة استخدام الفضاء الخارجي في  
الأغراض السلمية  
اللجنة الفرعية العلمية والتقنية  
الدورة الخامسة والأربعون  
فيينا، ١١-٢٢ شباط/فبراير ٢٠٠٨  
البند ١٢ من جدول الأعمال المؤقت\*  
الأجسام القريبة من الأرض

### الأجسام القريبة من الأرض

التقرير المؤقت لفريق العمل المعني بالأجسام القريبة من الأرض (٢٠٠٧-  
٢٠٠٨)

#### أولاً - مقدمة

١ - أنشئ فريق العمل المعني بالأجسام القريبة من الأرض استجابة للتوصية ١٤ الصادرة  
عن مؤتمر الأمم المتحدة الثالث المعني باستكشاف الفضاء الخارجي واستخدامه في الأغراض  
السلمية (اليونيسبيس الثالث) وأُسندت له الصلاحيات التالية:

(أ) استعراض مضمون الجهود الجارية في ميدان الأجسام القريبة من الأرض  
وبنية هذه الجهود وكيفية تنظيمها؛

(ب) تحديد ما يوجد في العمل الجاري من ثغرات يتطلب سدّها مزيداً من  
التنسيق و/أو يمكن لبلدان أو منظمات أخرى أن تساهم في ذلك؛

(ج) اقتراح خطوات لتحسين التنسيق الدولي بالتعاون مع الهيئات المتخصصة.



٢ - وأحاطت لجنة استخدام الفضاء الخارجي في الأغراض السلمية علماً مع الارتياح في دورتها الخمسين، في عام ٢٠٠٧، بالعمل الذي اضطلع به الفريق العامل المعني بالأجسام القريبة من الأرض، التابع للجنة الفرعية العلمية والتقنية، وفريق العمل المعني بالأجسام القريبة من الأرض، وأقرت خطة العمل التالية الجديدة المتعددة السنوات للفترة ٢٠٠٨-٢٠١٠<sup>(١)</sup>:

٢٠٠٨ مواصلة العمل فيما بين الدورات والنظر في التقارير المقدمة استجابة للطلب السنوي للحصول على معلومات عن الأنشطة ذات الصلة بالأجسام القريبة من الأرض. وسوف تركز العروض الإيضاحية على النشاط التعاوني على كل من الصعيد الوطني والإقليمي والدولي في مجال رصد الأجسام القريبة من الأرض وتحليلها. وفي حين أنه يجرز قدر كبير من التقدم من أجل بلوغ الأهداف الحالية وأن هناك أهدافاً جديدة قيد النظر، لا تزال هناك حاجة إلى تحسين تنسيق عمليات الرصد وضمان المتابعة في حينها. تحديث التقرير المؤقت لفريق العمل المعني بالأجسام القريبة من الأرض.

٢٠٠٩ مواصلة تقديم تقارير سنوية عن الأنشطة المضطلع بها في مجال الأجسام القريبة من الأرض وعن العمل المضطلع به فيما بين الدورات تحضيراً للموضوع المحوري لعام ٢٠٠٩، الذي سيتضمن تحديثاً لمهام البعثات المتعلقة بالأجسام القريبة من الأرض وتقديم برنامج عام لمشاريع الإجراءات المتصلة بالتصدي للتهديد على الصعيد الدولي. استعراض التقرير المؤقت وتحديثه.

2010 مواصلة صوغ الإجراءات الدولية للتصدي للتهديد (أو الاتفاق عليها) واستعراض التقدم المحرز في التعاون في مجال رصد تلك الأجسام. استعراض التقرير المؤقت وتحديثه.

٣ - وهذا التقرير المؤقت خلاصة وُضعت استناداً إلى المدخلات الواردة من أعضاء في فريق العمل المعني بالأجسام القريبة من الأرض للفترة ٢٠٠٧-٢٠٠٨، وهو بمثابة تحديث لتقريره المؤقت السابق عن الفترة ٢٠٠٦-٢٠٠٧ (A/AC.105/C.1/L.290). وهو يتناول الأنشطة والمسائل المتعلقة بالخطر الذي تنطوي عليه الأجسام القريبة من الأرض، وفهم الخطر الذي تشكله والتدابير اللازمة للتخفيف من ذلك الخطر. ووفقاً لصلاحيات فريق العمل، يتوقع صدور تقرير مؤقت محدث كل سنة، يعطي صورة عن حالة المعرفة والأنشطة ذات الصلة والتوافق العام في الآراء بشأن ترتيب أولويات المسائل التي سوف تعالج والحلول الممكنة لها. ويمكن الاضطلاع على وصف أكثر تفصيلاً للأنشطة في التقارير الوطنية السنوية

(١) الوثائق الرسمية للجمعية العامة، الدورة الثانية والستون، الملحق رقم ٢٠ (A/62/20)، الفقرة ١٣٨.

التي تقدمها الدول الأعضاء إلى اللجنة وفي العروض الإيضاحية التي يقدمها أعضاء اللجنة والمراقبون فيها أثناء الدورات السنوية للجنة الفرعية.

## ثانياً - التقرير المؤقت لفريق العمل المعني بالأجسام القريبة من الأرض

### ألف - كشف الأجسام القريبة من الأرض وتحديد خصائصها عن بُعد

٤ - الخطوة الأولى في معالجة الخطر الذي يشكّله جسم قريب من الأرض هي كشف وجوده واستقراء حجمه من مساره ونصوعه. وتقدم الولايات المتحدة الأمريكية أكبر مساهمة في مجال كشف هذه الأجسام وتحديد خصائصها عن بُعد. فبرنامج الأجسام القريبة من الأرض، التابع للإدارة الوطنية للملاحة الجوية والفضاء (ناسا) الخاصة بالولايات المتحدة الأمريكية يقوم بتمويل خمسة أفرقة بحث عن الأجسام القريبة من الأرض من أجل تشغيل تسعة مقاربات ماسحة منفصلة ذات عدسات يبلغ قطرها متراً واحداً في مختلف أنحاء الجنوب الغربي للولايات المتحدة ومقرب واحد من هذا الحجم في أستراليا. وتستطيع هذه المقاربات كشف أجسام يصل قدرها في المتوسط إلى ٢٠. وترد فيما يلي قائمة بهذه الأفرقة الخمسة وبمواقعها على شبكة الإنترنت التي تحتوي على المزيد من المعلومات:

(أ) مشروع سبيسواتش (Spacewatch) التابع لمختبر بحوث القمر والكواكب في جامعة أريزونا، وهو يُعنى بتشغيل مقربين موجودين على جبل كيت، بأريزونا ( <http://spacewatch.lpl.arizona.edu> )؛

(ب) برنامج تعقب الكويكبات القريبة من الأرض التابع لمختبر الدفع النفاثي في ناسا، وهو يُعنى بتشغيل كاميرا كشف مركبة على مقرب في مرصد بالومار بكاليفورنيا ( <http://neat.jpl.nasa.gov> )؛

(ج) مشروع لينكولن لبحوث الكويكبات القريبة من الأرض التابع لمختبر لينكولن في معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا، بموجب عقد ممول من ناسا ومبرم مع القوات الجوية للولايات المتحدة، وهو يُعنى بتشغيل مقربين قرب سو كورو، بنيومكسيكو (<http://www.ll.mit.edu/LINEAR>).

(د) مشروع البحث عن الأجسام القريبة من الأرض، ويُعنى به مرصد ليوال قرب فلاغستاف بأريزونا، ويشغّل مقرباً واسع حقل الرؤية قطره ٠,٦ من المتر (<http://asteroid.lowell.edu/asteroid/loneos/loneos.html>)؛

(هـ) مشروع كاتالينا لمسح السماء، ويُنفّذه فريق مستقل في مختبر بحوث القمر والكواكب التابع لجامعة أريزونا، وهو يُعنى بتشغيل مقرابين على جبل ليمون بأريزونا، ومقرب يُعدّ الأول في النصف الجنوبي من الكرة الأرضية، وهو يوجد في مرصد سايدينغ سبرينغ، بأستراليا (<http://www.lpl.arizona.edu/css>).

٥ - كما تشغّل الولايات المتحدة رادارين كوكبيين قادرين على رصد الأجسام القريبة من الأرض. وفيما يخصّ تحديد مدارات الأجسام التي تظهر مرّة واحدة ويكون قوس بيانها قصيراً، تُعدّ البيانات الرادارية بالغة القوة في خفض حالات عدم اليقين بشأن المدارات؛ فعمليات الرصد بالرادار تستطيع أن تزيد من القدرة على التنبؤ بالمدارات إلى نحو أربعة أضعاف ونصف الضعف مقارنة بالحلول التي تقتصر على استخدام الرصد البصري في تحديد المدارات. ويقع رادار غولدستون في كاليفورنيا الجنوبية، في صحراء موهافي، وهو يستخدم هوائي شبكة الفضاء السحيق التابعة لناسا، الذي يبلغ قطره ٧٠ متراً والمجهّز حالياً بجهاز إرسال قدرته ٤٥٠ كيلواط. ويستطيع هذا الرادار أن يستقبل الإشارات على هذا الهوائي الصحيّ أو على غيره من الهوائيات التابعة لهذه الشبكة. ولما كان الهوائي قابلاً للتوجيه، فيمكنه أن يصل إلى جزء كبير من السماء وأن يتابع الحركات الظاهرة التي كثيراً ما تكون سريعة للأجسام القريبة من الأرض. أمّا الرادار الثاني، الموجود في أريسيبو، بويرتو ريكو، فتملكه وتديره المؤسسة الوطنية للعلوم وتشغّله جامعة كورنيل بموجب اتفاق تعاون مع المؤسسة. وتبلغ فتحة هذا الرادار ٣٠٥ أمتار وله قدرة على الإرسال تبلغ ٩٠٠ كيلواط. أمّا مداه فهو أبعد من مدى رادار غولدستون، ولكن نظراً إلى أن الهوائي الخاص به ثابت فهو لا يستطيع أن يرى أبعد من ٢٠ درجة عن موقع سمته.

٦ - وفي أوروبا، دأب العلماء في معهد البحوث الكوكبية التابع للمركز الألماني لشؤون الفضاء الجوي على المشاركة في حملات الرصد من أجل تحديد الخصائص الفيزيائية للأجسام القريبة من الأرض بواسطة استخدام المقاربات البصرية الأرضية والفضائية. وعلى خلاف الحالة التشغيلية لنظم الكشف الخاصة بالولايات المتحدة، فإن زمن الرصد بواسطة تلك المقاربات يُمنح على أساس تنافسي وليس على أساس التخصيص. وتقود أعمال رصد منطقة الأشعة الحرارية تحت الحمراء الولايات المتحدة وكيانات مثل المركز الألماني لشؤون الفضاء الجوي، ومعهد ماساتشوستس للتكنولوجيا وجامعة هاواي التابعين للولايات المتحدة، وجامعة كويتز في بلفاست التابعة للمملكة المتحدة لبريطانيا العظمى وإيرلندا الشمالية، وجامعة هلسنكي، ومرصد تورينو الفلكي في إيطاليا.

٧ - وأحد مجالات النشاط الرئيسية في ألمانيا حالياً هو أعمال الرصد في المنطقة الحرارية الطيفية تحت الحمراء باستخدام مقاريب مثل مقراب مرصد كيك (Keck) ومرفق مقراب ناسا تحت الأحمر، وكلاهما على جبل ماوناكيا في هاواي، ومقراب سبيتزر (Spitzer) الفضائي الخاص بناسا. وتمكّن البيانات المستمدة من عمليات الرصد هذه من تحديد معايير حاسمة الأهمية، مثل أحجام الأجسام القريبة من الأرض ونصوعها، كما توفر معلومات عن الخصائص السطحية من خلال الخمول الحراري. ويتطلب تفسير عمليات الرصد هذه قدراً كبيراً من العمل النظري ونمذجة حاسوبية للخصائص الفيزيائية للأجسام القريبة من الأرض. وإضافة إلى أنشطة البحث الرائدة هذه يحتفظ المركز الألماني لشؤون الفضاء الجوي بقاعدة بيانات متصلة مباشرة للخواص الفيزيائية لجميع الأجسام القريبة من الأرض المعروفة (<http://earn.dlr.de>). وهي تحدّد يومياً.

٨ - وإضافة إلى ذلك، انضمت مجموعة شركاء من الفلكيين بالمملكة المتحدة، من جامعة دورهام وجامعة كويتز في بلفاست وجامعة أدنبره، إلى مجموعة من المؤسسات الألمانية والأمريكية في استخدام مقراب جديد متطور، هو مقراب الرصد الشامل الرؤيا ونظام الاستجابة السريعة، وهو مجهّز بأكثر كاميرا رقمية في العالم ويوجد في جزيرة ماوي من جزر هاواي، من أجل رصد الأجسام القريبة من الأرض وتحديد خصائصها.

٩ - ويمكن استخدام عمليات رصد مضوئية إحناء الضوء لاستقراء خصائص الدوران وللإستدلال على وجود أجسام ثنائية. وفي عام ٢٠٠٦، شرع مرصد كالار آلتو في إسبانيا في تشغيل مقراب قطره ١,٢ متر من أجل القيام بعمليات الرصد المضوئي والقياسي الفلكي للأجسام القريبة من الأرض.

١٠ - وأبلغت الصين بأن مقراباً "Schmidt" قطره ١٢٠/١٠٥ سنتيمتر في مرصد باربل ماونتن، الذي يقع عند ١١٨ درجة و ٢٨ دقيقة شرقاً و ٣٢ درجة و ٤٤ دقيقة شمالاً ومزوّد بكاميرا ذات جهاز لاقتران الشحنات عالي الحساسية 4K X 4K بدأ يعمل وسوف يساهم في الجهود العالمي الرامي إلى كشف الأجسام القريبة من الأرض ومتابعة رصدها.

١١ - وتساهم اليابان في حقل عمليات الرصد عن بُعد بواسطة مركز بيزاي لحراسة الفضاء الذي يتوفّر له مقراب بصري قطره متر واحد ومقراب تعقب قطره ٥٠ سنتيمتراً مصمّمين خصيصاً لرصد الأجسام القريبة من الأرض.

١٢ - أمّا فريق مشروع الأجسام القريبة من الأرض المشترك بين المعهد الكوري لعلم الفلك وعلوم الفضاء ومرصد جامعة يونساي فيتوفّر له مقرابان روبوتيان في جنوب أفريقيا وأستراليا يبلغ قطر كلّ منهما ٥٠ سنتيمتراً. وبالموازاة مع برامج علمية أخرى، يُستخدم

هذان المقربان، اللذان يعملان بصورة آلية، في اكتشاف ومتابعة الأجسام القريبة من الأرض التي تتحرك بسرعة. ويبلغ فريق المشروع المشترك مركز الكواكب الصغيرة بما يكشفه من كويكبات وأجسام قريبة من الأرض. وإضافة إلى عمليات المسح يجري الفريق عمليات محاكاة مسح للأجسام القريبة من الأرض بغية تقدير ما سوف يلزم من وقت كشف جميع الأجسام في فئة الكيلومتر الواحد واستنباط استراتيجيات أفضل للكشف من أجل برامج المسح الجارية.

١٣ - وفي عام ٢٠٠٦، بدأ معهد علم الفلك التابع لأكاديمية العلوم الروسية تشغيل مقرب قطره مترين، في تيرسكول بالاتحاد الروسي، لإجراء عمليات رصد مضوئي وقياسي فلكي للأجسام القريبة من الأرض.

١٤ - وإلى جانب مرصد أونديروف التابع للجمهورية التشيكية، يتولى المركز الألماني لشؤون الفضاء الجوي قيادة شبكة فايربول الأوروبية، وهي عبارة عن شبكة من الكاميرات التي تغطي كامل السماء وتسجل مسارات النيازك الكبيرة التي ترتطم بالغللاف الجوي للأرض.

١٥ - وفي لاتفيا، يتجه مركز فينتسبيلس الدولي لعلم الفلك الرادياوي ومعهد الفلك بجامعة لاتفيا، بالتعاون مع أكاديمية العلوم الروسية وأكاديمية العلوم الأوكرانية، إلى الانضمام إلى شبكة لرصد الأجسام القريبة من الأرض تعمل بتحديد المواقع والرصد بالراديو على نطاق تردّد ٥ جيجا هرتز. وقد تم تصميم جهاز الاستقبال المقابل لذلك واختباره. ومن المتوقع أن ينجز إدماجهما في برنامج الرصد في عام ٢٠٠٧. ويتولى باحثون من مركز فينتسبيلس ومعهد الفلك تجهيز ما يجمع من بيانات.

١٦ - وسلّم فريق العمل بأن جهوداً كبيرة تبذل بشكل عام على الصعيد الدولي من أجل كشف الأجسام القريبة من الأرض التي يحتمل أن تشكل خطراً والتي تتجاوز كيلومتراً واحداً، وبدرجة أقل، من أجل القيام برصدها على سبيل المتابعة. وحتى ١٥ أيلول/سبتمبر ٢٠٠٧، عثر على ٧٢١ من الأجسام التي تتجاوز كيلومتراً واحداً من مجموعة يقدر أنها تقل عن ١٠٠٠ من تلك الأجسام. غير أن فريق العمل لاحظ أن الأجسام التي تتراوح بين ١٠٠ متر وكيلومتر واحد والتي لم ترفع عمليات المسح الحالية بشأنها إلى المستوى الأمثل لا تزال تشكل خطراً كبيراً للارتطام.

١٧ - وفي السنوات الأخيرة درست الإدارة الوطنية للملاحة الجوية والفضاء (ناسا) مدى حجم الخطر الذي يهدد حياة الإنسان والممتلكات والمرتبطة بالخطر الذي تشكله هذه الأجسام الأصغر حجماً، وأدى ذلك إلى طلب موجه من كونغرس الولايات المتحدة إلى

ناسا، في مشروع قانون اعتمادات ناسا لعام ٢٠٠٥، بأن تخطط وأن تضع وأن تنفذ برنامجاً لمسح الأجسام القريبة من الأرض من أجل كشف الأجسام القريبة من الأرض التي يعادل قطرها ١٤٠ متراً أو يتجاوز ذلك وتتبعها وفهرستها وتحديد خصائصها الفيزيائية. كما حدّد لبرنامج المسح هدف إنجاز ٩٠ في المائة من الفهرس في خلال ١٥ سنة. وبين تحليل للبدائل أجرتة ناسا في عام ٢٠٠٦، وأبلغ إلى الكونغرس في عام ٢٠٠٧، أنه يمكن تحقيق ذلك الهدف باستخدام مزيج من أجهزة استشعار أرضية وفضائية. وستكون لدى بعض أنظمة المقارِب الأرضية التي توجد بالفعل في مراحل التخطيط أو الاقتناء من قبل هيئات اتحادية في الولايات المتحدة، قدرة كشف أجسام قريبة من الأرض حتى ١٤٠ متراً، ولكنها لا تكفي لتحقيق هدف إنجاز ٩٠ في المائة قبل حلول عام ٢٠٢١. ومن أجل تحقيق ذلك الهدف، يجب إما اقتناء مقراب أرضي كبير يكون مخصصاً للعثور على أجسام قريبة من الأرض قبل عام ٢٠١٥، أو اقتناء مرصد فضائي متواضع وإطلاقه بحيث يبدأ تشغيله قبل عام ٢٠١٧. ورغم أن الحلين كليهما اعتبرا خارج نطاق الأولويات المرصودة لناسا، فقد التزمت ناسا، محاولة منها تحقيق هدف إكمال فهرس الأجسام الخطرة القريبة من الأرض في حدود المدة التي حدّدها التشريع، بأن تسعى إلى الوصول إلى القدرة المطلوبة بالاستفادة مما قد يظهر من فرص الاستخدام المزدوج للمقارِب الأرضية والمركبات الفضائية، بالمشاركة مع هيئات أخرى.

١٨ - وإدراكاً بأن الأجسام القريبة من الأرض التي تبلغ ١٤٠ متراً أو أكثر من ذلك تُشكل خطراً مباشراً على الأرض أكثر مما تُشكله الأجسام القريبة من الأرض الأقل عدداً منها والتي تبلغ كيلومتراً واحداً، يشجّع فريق العمل ناسا، إلى جانب شركائها الدوليين، على أن تواصل السعي إلى الوصول إلى سبل يمكن بها تخفيض حدّ كشف الأجسام القريبة من الأرض إلى ١٤٠ متراً. ولاحظ فريق العمل أن الكشف وتحديد المدار بدقة هما الخطوتان الحرجتان الأوليان في وصف خطر الجسم القريب من الأرض وبدء إجراء للتخفيف بصدده، وأن المرافق والقدرات اللازمة لجمع بيانات الكشف وسرعة معالجتها ضرورية. كما لاحظ فريق العمل أن بعض الأجسام القريبة من الأرض ثنائية (أي تصاحبها أقمار)، وهي كبيرة إلى حد أنها تشكّل خطراً هي الأخرى، فينبغي أن تؤخذ في الاعتبار في خطط تغيير المسار. ولذلك أعرب الفريق العامل عن قلقه من أنه من المقرر أن يغلق الرادار الكوكبي في آريسيبو، الذي يتميز بأفضل القدرات في العالم لتحديد مدارات أجسام قريبة من الأرض مثل "أبوفيس" (Apophis) وكذلك لتقدير حجمها وحالة دواميتها وكشف الأجسام المصاحبة، وذلك أثناء ظهور "أبوفيس" خلال عامي ٢٠١٢-٢٠١٣. وأدرك فريق العمل أن استخدام مرفق آريسيبو خلال تلك الفترة ضروري لمعرفة ما إذا كان هناك خطر شديد من ارتطام

"أبوفيس" بالأرض في عام ٢٠٣٦، وأنه من المحتمل أن تكون قيمة حرجة مماثلة مع اكتشاف أجسام جديدة.

## باء - تحديد المدارات وفهرستها

١٩ - من المهم تحديد هوية فريدة لكل جسم من الأجسام تكشف انطلافاً من الأرض وتديق البيانات عن مداراتها من أجل تقدير مدى خطر ارتطامها بالأرض. ويُعدّ مركز الكواب الصغيرة ذا أهمية أساسية في تلك العملية. ويقوم مرصد سميشسونيان للفيزياء الفلكية، بالتنسيق مع الاتحاد الفلكي الدولي، بتشغيل هذا المركز بمقتضى مذكرة اتفاق تمنح المركز ميثاقاً دولياً. وعملاً بهذه المذكرة، يؤدّي المركز منذ عام ١٩٧٨ دور غرفة مقاصة دولية لتبادل بيانات القياسات الفلكية (قياسات المواقع) التي يحصل عليها من جميع أنحاء العالم بشأن الكويكبات والمذنبات والسواتل. ويُعنى المركز يومياً بتجهيز البيانات وتنظيمها، وتحديد الأجسام الجديدة، وحساب المدارات، ومنح أسماء مؤقتة، ونشر المعلومات. وفيما يخص الأجسام التي تسترعي اهتماماً خاصاً، يلتزم المركز بإجراء عمليات رصد على سبيل المتابعة ويطلب إجراء بحوث في البيانات المحفوظة. وهو مسؤول عن نشر المعلومات عن عمليات الرصد القياسية الفلكية وعن المدارات من خلال الرسائل التعميمية الإلكترونية التي يصدرها بشأن الكواكب الصغيرة (تصدر هذه الرسائل حسب الاقتضاء وبصورة عامة مرّة في اليوم على الأقل) والفهارس ذات الصلة. وإضافة إلى توزيع فهارس كاملة للقياسات الفلكية والمدارات بشأن كل الأجسام الصغيرة في المنظومة الشمسية، يسهّل المركز عمليات الرصد على سبيل المتابعة للأجسام القريبة من الأرض الجديدة التي يحتمل اكتشافها، وذلك بإدراج التقويمات الفلكية وخرائط حالات عدم اليقين، التي قد تظهر على المستوى السماوي، في صفحة الإنترنت الخاصة بالأجسام التي تم التأكد منها. وينصبّ اهتمام المركز بالتحديد على تبيين الأجسام القريبة من الأرض وتحديد مدارها القوسي القصير ونشر المعلومات المتعلقة بها. وفي معظم الحالات، توزّع نتائج عمليات رصد هذه الأجسام دون مقابل على الجمهور في غضون ٢٤ ساعة من تلقيها. ويوفّر المركز أيضاً مجموعة متنوعة من الأدوات لدعم مبادرة الأجسام القريبة من الأرض، بما في ذلك خرائط تغطية السماء، وقوائم بالمعروف من هذه الأجسام، وقوائم بمكتشفيها، وصفحة بما يتطلب منها متابعة قياسية فلكية. ويحتفظ المركز أيضاً بمجموعة من البرامج الحاسوبية لحساب احتمالات أن يكون أحد الأجسام القريبة من الأرض جسماً جديداً، وذلك استناداً إلى موقعين في المستوى السماوي وإلى مقدار النضوع. ويمكن الاطلاع على وصلات بتلك الموارد على الإنترنت في موقع المركز: (<http://cfa-www.harvard.edu/iau/mpc.html>).

٢٠ - وفي عام ٢٠٠٦ أنشأت اللجنة التنفيذية للاتحاد الفلكي الدولي لجنة استشارية من الخبراء، إدراكاً للدور الأساسي الذي يؤديه الاتحاد في وضع السياسة العامة العلمية الرسمية بشأن الأجسام القريبة من الأرض وفيما يتعلق بالتأثير على المجتمع عامة وإعلامه.

٢١ - وسلّم فريق العمل بما لدور المركز من أهمية حاسمة في نشر عمليات الرصد وتنسيقها. وأوضح الفريق أنّ النظام الحالي يعمل بكامل طاقته، وأنّ من المشكوك فيه أن يتمكن من استيعاب الزيادة الكبيرة في المهام المتصلة بالهدف المرتقب المنطوي على تقليص عتبة الكشف المنتظم من كيلومتر واحد إلى ١٤٠ متراً.

٢٢ - وأنشأت ناسا، في إطار برنامجها لرصد الأجسام القريبة من الأرض، برنامج الأجسام القريبة من الأرض، ضمن مختبرها للدفع النفثي. وينتج مركز الكواكب الصغيرة يومياً بيانات قياسية فلكية عن تلك الأجسام ويقدمها لهذا المكتب وللمركز موازٍ، ولكن مستقل، معني بحوسبة المدارات، يوجد مقره في بيزا بإيطاليا وله موقع مماثل له في بلد الوليد (فايادوليد) بإسبانيا. وتُجرى آلياً، من خلال نظام الحراسة Sentry System (<http://neo.jpl.nasa.gov/risk>) التابع لمختبر الدفع النفثي، تقديرات للمخاطر التي تشكّلها الأجسام التي يُحتمل أن ترتطم بالأرض. ويُجرى هذا التحليل عادة للأجسام التي تُكشف حديثاً والتي لا تتوافر بشأنها بعد بيانات تفصل بينها فترات طويلة بما فيه الكفاية للتأكد من مدارها. وتُدرج تلك الأجسام على سبيل الأولوية في نظام الحراسة وذلك وفق احتمالات اقترابها من مدار الأرض وبحسب النوعية القائمة لمداراتها. ويُحدّث هذا النظام آلياً مدارات ما يقرب من ٤٠ جسماً في اليوم، ثم تُوضع جداول بالأجسام التي تقترب من الأرض وتنشر على الإنترنت ([http://neo.jpl.nasa.gov/cgi-bin/neo\\_ca](http://neo.jpl.nasa.gov/cgi-bin/neo_ca)). ويجري كل يوم تحليل خمس حالات مخاطر تقريباً، وينتج كل تحليل ١٠٠٠٠ حلّ من الحلول المتعدّدة التي تغطي الفترة الممتدة حتى عام ٢١٠٥. وتنفّذ تلك العملية أيضاً بشكل موازٍ في بيزا بإيطاليا، ثم تراجع يدوياً في مختبر الدفع النفثي وفي مركز بيزا حالات الارتطام ذات الاحتمالات غير الصفرية قبل نشر بيانات تحليل المخاطر على الإنترنت. وقد ظهر على صفحة نظام الحراسة (<http://neo.jpl.nasa.gov/risk/>) منذ إنشائه في عام ٢٠٠٢ ما يقرب من ٤٠٠ جسم. أمّا فيما يتعلق بالأجسام التي تُكتشف حديثاً والتي تسترعي اهتماماً غير عادي، فكثيراً ما ينبّه مركز الكواكب الصغيرة ومختبر الدفع النفثي ومركز بيزا القائمين بالرصد إلى ضرورة توافر بيانات إضافية لاحقة أو سابقة لاكتشاف تلك الأجسام.

٢٣ - ويحتفظ مختبر الدفع النفثي بقاعدة بيانات توفر إمكانية البحث عن بيانات الأجسام الصغيرة، وتتضمّن بيانات عن ٣٥٠٠٠٠ جسم منها، وهي متاحة للمجتمع الدولي. ونظام

هورايزنز (Horizons) المباشر التابع لهذا المختبر هو عبارة عن موقع تفاعلي لتوليد التقويمات الفلكية وهو يُنتج بصورة آلية نحو ٣ ٠٠٠ تقويم يومياً لصالح الأوساط العلمية الدولية (<http://horizons.jpl.nasa.gov>).

٢٤ - ولاحظ فريق العمل أن نظام الحراسة ونظام الموقع الدينامي للأجسام القريبة من الأرض نظامان مستقلان تماماً يتبعان نهجاً نظرية مختلفة من أجل توفير تقديرات مخاطر الارتطام. ومن ثم، إذا تلاقحت انتشارات المدار الطويلة الأجل من كل منهما في حل واحد يمكن أن يثق المجتمع عموماً ببعض الشيء في النتيجة المتوقعة. وفي حين أن نظام الحراسة ممول ضمن مكتب برنامج الأجسام القريبة من الأرض الخاص بناسا فيمكن بالتالي اعتبار أن مستقبله العملي مؤمن نسبياً، فليس مستقبل تمويل نظام الموقع الدينامي واضحاً على المدى البعيد. ويمثل تشغيل مركز الكواكب الصغيرة، رأي فريق العمل أنه يستصوب وجود قدرة مستقلة وإن كانت مكتملة لنظام الحراسة لأغراض التثبيت والتحقق بصورة مستقلة من حالات الاقتراب المتوقعة.

## جيم - تحديد العواقب

٢٥ - جرت في الولايات المتحدة أعمال هامة لتقدير أثر مخاطر الارتطام التي تشكلها الأجسام القريبة من الأرض. وتتولى ناسا، بدعم من جامعة كاليفورنيا في سانتا كروز، قيادة الكثير من تلك الأعمال مع التركيز على الخطر الذي تشكله أمواج تسونامي الناجمة عن ارتطام الأجسام بالأرض. وأنشأت جامعة أريزونا موقعاً تفاعلياً وسهل الاستعمال على الشبكة من أجل تقدير العواقب البيئية التي تنجم عن ارتطام أجسام بالأرض. وسيتيح ذلك البرنامج، من خلال تقديم مدخلات بشأن المسافة التي تبعد عن نقطة الصفر وبشأن قطر القذيفة وكثافتها وسرعتها وزاوية ارتطامها، وضع تقديرات بشأن توزع المقذوفات، وهزّة الأرض، وموجة الانفجار في الغلاف الجوي، والآثار الحرارية للارتطام، وحجم الحفرة التي يخلفها هذا الارتطام (<http://www.lpl.arizona.edu/impacteffects/>)

٢٦ - وفي المملكة المتحدة، تُجري جامعة ساوثهامتن بحثاً تتعلق بالآثار التي تنجم عن ارتطامات الأجسام الصغيرة القريبة من الأرض. وقد استُحدثت أداة لمعالجة الخطر على الصعيدين المحلي والعالمي، وذلك بتتبع عواقب الارتطام على البشر. ويرتّب تقدير الخطر العام لارتطام الأجسام بحسب عدد الضحايا المحتمل ووفق مستوى الضرر الذي يلحق بالبنى التحتية.

٢٧ - وسلّم فريق العمل بأن من المهم أن تقدّر الحكومات، لدى النظر في صوغ سياسة قائمة على العلم في التصدي للخطر الذي تشكله الأجسام القريبة من الأرض، مدى المخاطر

الاجتماعية التي تمثلها هذه الارتطامات وأن تقارن ذلك بمستويات العتبة المحددة في التصدي لمخاطر طبيعية أخرى (مثل المخاطر المناخية والجيولوجية) بحيث يتسنى إيجاد استجابة مناسبة ومتساوقة. ومن ثم، فقد أرتئي أنه يلزم الاضطلاع بمزيد من العمل في ذلك المجال، ولا سيما بشأن المصدّات التي يقل قطرها عن كيلومتر واحد.

## دال - تحديد الخصائص في الموقع

٢٨ - سلّم فريق العمل بأهمية بعثة "هايابوسا" (المركبة MUSES-C)، التي التقت في أواخر عام ٢٠٠٥ بالكويكب القريب من الأرض "٢٥١٤٣ إيتوكاوا" (25143 Itokawa). ولا تعود أهمية هذه البعثة إلى المعرفة العلمية المكتسبة بشأن خصائص هذا الكويكب، مثل طوبوغرافيته وتركيبته، فحسب، بل كذلك إلى أهمية الدروس العملية المستفادة من هذا الالتقاء ومن العمليات التي نُفّذت عن كُتب داخل بيئة من الجاذبية المنخفضة جداً، وإلى النتائج المترتبة على ذلك في مستقبل البحوث التي تجري في الموقع وأنشطة التخفيف الممكنة. وتدرج بعثة هايابوسا ضمن سلسلة طويلة من البعثات الناجحة مثل "ديب إيمباكت" (Deep Impact) و"ديب سبيس ١" (Deep Space 1) و"الالتقاء بالمذنبات القريبة من الأرض" (Near Earth Asteroid Rendezvous) و"ستارداست" (Stardust) التي أتاحت فهماً فريداً لخصائص مجموع الأجسام القريبة من الأرض والتي تتسم بتنوع مدهش. ولما كان يستحيل استنباط تفصيل خصائص هذه الأجسام من عمليات الرصد عن بعد، فإن فريق العمل يتطلّع بشغف إلى البعثات القادمة المطلقة إلى الأجسام القريبة من الأرض.

٢٩ - وستكون إحدى الفرص الرئيسية القادمة لفحص الكويكبات في الموقع بعثة "داون ديسكوفري" (Dawn Discovery) التابعة لناسا، التي أطلقت في عام ٢٠٠٧ والتي ستنفذ زيارة إلى الكويكب فيستا في عام ٢٠١١ والكويكب سيريز في عام ٢٠١٥. وإضافة إلى المركبة الفضائية وأجهزة القياس التي طوّرتها الولايات المتحدة، توفّر إيطاليا وألمانيا أجهزة قياس رئيسية لهذه البعثة. فتوفّر إيطاليا مطيافاً لرسم الخرائط بالأشعة المرئية وتحت الحمراء. فرسم الخرائط على هذا النحو يوفّر بيانات عن التكوين المعدني للأجسام القريبة من الأرض وعن انتشار هذه الأجسام، ويساعد ذلك تحديد عمليات تطوّرها واستقراء هيكلها الداخلي وخصائصها الإجمالية. ويوفّر معهد ماكس بلانك في ألمانيا كاميرات التصوير الثنائية لعمليات التصوير العلمي الرئيسية التي سوف تقوم بها البعثة.

٣٠ - وبالتعاون مع بلدان مثل إسبانيا وألمانيا والسويد وفرنسا، قدّمت إيطاليا عدداً من الحمولات للمركبة المدارية "روزيتا" (Rosetta) وللمركبة الهبوط فيلة (Philae)، اللتين أُطلقتا باتجاه المذنب "67P/Churyumov-Gerasimenko" واللّتين من المتوقع أن تلتقيا به في عام

٢٠١٤. ويوجد ضمن المعدات المحمولة مطياف لرسم الخرائط بالأشعة المرئية وتحت الحمراء من أجل المساعدة على دراسة ذوابة المذنب، ومثقاب من أجل الحصول على عينات للدراسة في الموقع وتحديد الخصائص.

٣١ - وبالإضافة إلى الدراسات النظرية الهادفة إلى فهم تكوّن الأجسام الصغيرة في المنظومة الشمسية، يوجد أيضاً في الجامعة المفتوحة بالمملكة المتحدة عدد من البرامج التجريبية قيد التنفيذ، من بينها استحداث أجهزة لقياس الاختراق من أجل محاكاة ارتطام كثيف الكتلة ومنخفض السرعة لقياس اختراق مثبت على مركبة هبوط فضائية. وستكون مقياس الاختراق عنصراً أساسياً في أخذ قياسات في الموقع على سطح جسم قريب من الأرض، التي يرجح أن تتسم بطابع الدقة، وبوسعها أن توفر معلومات بنيوية وميكانيكية عن الجسم تكون حاسمة الأهمية للنجاح في التخفيف من مخاطره واستبعادها.

٣٢ - ورحب فريق العمل بنياً بقبول ناسا المقترح الخاص بتمديد بعثة "داون ديسكوفري" (Dawn Discovery) المقدم من علماء من جامعة ماريلاند بشأن المركبة الفضائية "ديب إمباكت" (Deep Impact) ومن جامعة كورنيل بشأن المركبة الفضائية "ستارداست" (Stardust). وستستخدم البعثة الجديدة للمركبة "ديب إمباكت"، المسماة "بعثة ديب إمباكت للبحوث الموسّعة" (Deep Impact Extended Investigation) أجهزة القياس المتبقية الثلاثة على متن المركبة الفضائية، وهي آلتا تصوير بالألوان ومطياف للأشعة تحت الحمراء لدراسة هدف جديد، هو المذنب بوئين (Boethin)، في كانون الأول/ديسمبر ٢٠٠٨. وفي البعثة الثانية المسماة "استكشاف ستاردوست الجديد للمذنب تامبل" (Stardust New Exploration of Tempel) سوف تحلق المركبة الفضائية "ستاردوست" لتمرّ على مقربة من المذنب تامبل - ١ (وهو الجسم الذي يستهدفه "ديب إمباكت"، في شباط/فبراير ٢٠١١، بغرض تصوير المزيد من سطحه وربما الحفرة التي أحدثتها مصادمة بعثة "ديب إمباكت" قبل سنتين. كما قبل برنامج ديسكوفري لأجل إجراء دراسة مفاهيمية تفصيلية مقترحة بشأن بعثة كاملة مسماة "بعثة التفسير الطيفي للأصول وتحديد الموارد وإحلال الأمن" (Origins Spectral Interpretation, Resource Identification and Security mission)، من أجل إحضار عينة من سطح الكويكب البدائي القريب من الأرض 1999 RQ36. وينتظر اتخاذ قرار بشأن تقديم موعد البعثة إلى المرحلة باء لصوغ المشاريع.

## هاء - التخفيف من المخاطر

٣٣ - التخفيف من المخاطر في هذا السياق هو عملية تهدف إمّا إلى إزالة مخاطر الارتطام التي تشكلها الفئة الفرعية من الأجسام القريبة من الأرض التي تشكل خطر الارتطام بالأرض، والمسماة أجسام محتملة الخطر، أو التخفيف منها بواسطة شكل من التدخل أو

التفاعل مع الجسم الذي يشكّل مصدر الخطر، أو التقليل إلى أدنى حد ممكن من تأثيره على السكان، بواسطة الإجلاء أو ما شابه ذلك من استجابة.

٣٤ - وقدّمت وكالة الفضاء الأوروبية (الإيسا) فيما مضى دعماً للبحوث الصناعية والأكاديمية في مجال الأجسام القريبة من الأرض. وأتاحت تلك الأنشطة تعيين مشروع مناسب يمكن أوروبا من تقديم مساهمة هامة ولكن واقعية في الجهود الدولية الرامية إلى تقدير مخاطر هذه الأجسام. وكانت نتيجة ذلك التحليل بعثة دون كيخوتي (Don Quijote) لبيان التكنولوجيا المستخدمة بشأن الأجسام القريبة من الأرض، التي تعكف أفرقة صناعية أوروبية على تحديدها حالياً. واستجابة للنداء الذي وجهه مجلس أوروبا لكي تقوم الإيسا بدور فعال في تقدير مخاطر ارتطام هذه الأجسام بالأرض، أُجريت عدة تقييمات علمية وتقنية تلتها مباشرة دراسات موازية لجدوى البعثة قيمها الفريق الاستشاري المعني ببعثات دراسة الأجسام القريبة من الأرض التابع للإيسا، وهو عبارة عن فريق مستقل من الخبراء المرموقين المختصين في جوانب شتى من مشكلة هذه الأجسام أنشأته الإيسا لهذا الغرض. وعملاً بالتوصيات التي قدّمتها هذا الفريق في تموز/يوليه ٢٠٠٤، تركّزت الأعمال على مفهوم بعثة دون كيخوتي الذي يتكوّن من عنصرين هما مركبة ساتلية صغيرة دائرة حول الكويكبات من فئة "سمارت - ١" (SMART-1)، ومرحلة عليا معدّلة تقوم بدور مصدمة كويكبية. أمّا المركبة المدارية وإسمها "سانتشو" (Sancho) فهي ستلتقي بكويكب صغير قريب من الأرض قطره ٥٠٠ متر، وستدرسه قبل وصول المصدمة المسماة "هيدالغو" (Hidalgo) التي سوف ترتطم بالكويكب بسرعة عالية نسبياً. وسوف ترصد المركبة المدارية سانتشو الارتطام وتناوجه، وبالأخص الانحراف الذي سوف يحدث في مسار هذا الكويكب. وستبدأ فرص الإطلاق المناسبة للعنصر الأول، أي المركبة المدارية، في عام ٢٠١١. ويمكن إطلاق المصدمة بعد أربع أو خمس سنوات من ذلك التاريخ، وسيتيح ذلك التطوير المستقل أو المرحلي للساتلين الصغيرين. أمّا اختيار مركبة الإطلاق والنوافذ المناسبة للإطلاق فيعتمد إلى حد كبير على اختيار الكويكب المستهدف، الذي سوف يعاود الفريق الاستشاري النظر فيه في الشهور القادمة. وقد صمّمت المركبة هندسياً على شكل نيمطي، وهي تتكوّن من مركبتين فضائيتين صغيرتين منفصلتين مع إمكانية إضافة "مجموعة سطحية" مستقلة خاصة بالكويكبات، وسوف يسهّل ذلك إنجاز المركبة في سياق مشروع تعاوني.

٣٥ - وتسلمّ الإيسا بأن جهود وكالات الفضاء الرئيسية تسير حالياً في اتجاهات متشابهة وهي تقترب من بلوغ الكتلة الحرجة اللازمة لتحقيق تطورات ملموسة في مجال البعثات الفضائية. وقد مكّنت الأنشطة التحضيرية الإيسا من اكتساب فهم جيد للمسائل الرئيسية المتعلقة ببعثة واقعية لبيان التكنولوجيا المستخدمة بشأن الأجسام القريبة من الأرض وجعلتها

في وضع جيد لدراسة سُبل الإفادة من التقاء المصالح هذا، أو على الأقل لإقامة شراكة سائحة مع هيئة أخرى بهدف تبيين مزايا تقاسم التكاليف و/أو المزايا البرنامجية.

٣٦ - ولاحظ الفريق الاستشاري، فيما يتعلق ببعثات المراسد، أن تحسّن الأداء في عمليات المسح القائمة، وبالأخص الخطط المتعلقة بمرافق أكبر حجماً، قد أدّى إلى زيادة هائلة على مدى السنوات القليلة الماضية في توقّعات اكتشاف الأجسام القريبة من الأرض من على سطح الأرض. واستنتج الفريق أنه يمكن إنجاز من ٨٠ إلى ٩٠ في المائة من اكتشاف الأجسام التي تبلغ أكثر من ٢٠,٥ (H < 20.5) (أي التي يكون حجمها ٣٠٠ متر تقريباً) خلال العقد القادم دون مرصد فضائي. ولذلك أوصى الفريق بأن يعاد النظر في موضوع الحاجة إلى مرصد فضائي لرصد الأجسام القريبة من الأرض بعد ١٠ سنوات إلى ١٥ سنة، بعد تحسّن تعريف الخطر المتبقي من الأجسام القريبة من الأرض التي لا يمكن الوصول إليها بواسطة عمليات المسح المنفّذة من الأرض.

٣٧ - ومن ناحية أخرى سلّم الفريق الاستشاري بأن الافتقار حالياً إلى معلومات دقيقة عن الخصائص الطبيعية للأجسام القريبة من الأرض سوف يكون قيداً حرجاً في حالة تعيين جسم صدمي محتمل. فخلص لذلك إلى أن مفاهيم بعثات الالتقاء أعلى أولوية بكثير من حيث تقدير المخاطر والتخفيف منها من مفاهيم بعثات المراسد. كما لاحظ الفريق أنه نظراً إلى تنوع الأجسام المعروفة بالفعل لا يحتمل أن تدرس أي بعثة التقاء جسماً قريباً من الأرض يكون مماثلاً للجسم الصدمي القادم. فشدد لذلك على أهمية مفهوم لبعثات سائلة تهدف إلى تعيين جميع المقادير ذات الصلة، أي الحجم والكثافة والبنية الداخلية ونقل الزخم، وما إلى ذلك، اللازمة لتنفيذ بعثة فعلية للتخفيف من المخاطر.

٣٨ - وفي شباط/فبراير ٢٠٠٧، أنشئ في الاتحاد الروسي الفريق العامل المعني بمخاطر الكويكبات والمذنبات. وتشارك معظم الهيئات الحكومية والبحثية والتعليمية في الاتحاد الروسي في نشاط هذا الفريق العامل. والفريق العامل أوشك على تقديم برنامج وطني بشأن مشكلة مخاطر الكويكبات والمذنبات، سوف يتضمن الكشف وتحديد الخصائص عن بُعد، وتعيين المدارات وفهرستها، وتحديد العواقب، والتخفيف من المخاطر.

٣٩ - ويعكف معهد البحوث الكوكبية التابع للمركز الألماني لشؤون الفضاء الجوي، بالتعاون مع جامعة درسدن للتكنولوجيا، على دراسة تقنيات محتملة في مجال تحويل مسار الكويكبات والمذنبات وعلى تطوير أداة تستطيع أن تحدّد الاستراتيجية المثلى لمصدمة معيّنة لتحويل مسار الأجسام. وقد درست تقنيات مختلفة محتملة لتحويل مسار الكويكبات والمذنبات من مسار ارتطامي مع الأرض ووضعت نماذج لها. ومن خلال ذلك العمل

وضعت مجموعة برامجيات حاسوبية لمحاكاة سيناريو محتمل للارتطام ولتحديد استراتيجية مثلى لتحويل المسار. ويجري حالياً تحليل تكوّن الحفرات والآثار ذات الصلة بارتطام الكويكبات/المذنبات بالأرض، على كل من القارات وعلى المحيطات، وذلك في دراسة نظرية تجمع بين النمذجة الحاسوبية المتقدمة وأعمال المحاكاة.

٤٠ - كما اقترح معهد البحوث الكوكبية إنشاء مركز "سيسغارد" (Spaceguard) ألماني يعمل، مثل المركزين النظيرين له في الولايات المتحدة (مختبر الدفع النفاث) والمملكة المتحدة (مركز المعلومات عن الأجسام القريبة من الأرض)، كحلقة وصل بين أنشطة البحوث والجمهور، وينقل المعلومات العلمية على نحو يكون مفهوماً للجمهور وللدوائر الحكومية، ويكون متهيئاً لمعاونة المسؤولين عن رسم السياسات العامة في إدارة المشاركة الألمانية في الأنشطة الدولية فيما يتعلق بخطر ارتطام الأجسام القريبة من الأرض وخطط التخفيف من مخاطرها. وقد نظر المسؤولون في المركز الألماني لشؤون الفضاء الجوي في ذلك المقترح وينتظر قرار بشأن إنشاء المركز.

٤١ - وتموّل المملكة المتحدة عدداً من الأنشطة المتعلقة بالتخفيف من مخاطر الأجسام القريبة من الأرض. ويهدف العمل الذي تجريه جامعة غلاسكو إلى وضع نظرية أساسية للمراقبة المثلى وتطبيقها في اعتراض الأجسام الخطرة القريبة من الأرض. وتسير الدراسة وفق خطين متوازيين. الأول هو وضع خوارزميات إجمالية مثلى بشأن المسارات بين الكواكب. وتستخدم الأدوات المستحدثة في توليد عدد من المسارات الممكنة لاعتراض تلك الأجسام. وسيطوّر العمل في المستقبل نماذج أكثر دقة للخصائص الثابتة والمتحركة للكويكبات من أجل دراسة كيف قد تؤثر هذه الخصائص في بعض أساليب تحويل المسار أو ربّما تبطلها. وستتواصل عمليات تقييم أساليب أخرى لتحويل المسار مثل الجاذبية ومفعول ياركوفسكي.

٤٢ - ولاحظ فريق العمل باهتمام التقرير المقدّم مؤخراً من ناسا إلى كونغرس الولايات المتحدة، وفقاً لطلب الكونغرس في قانون اعتمادات ناسا لعام ٢٠٠٥، بإجراء تحليل للبدائل الممكنة التي تستطيع ناسا أن تتبعها في تحويل مسار جسم يحتمل أن يرتطم بالأرض. وقيّمت ناسا في تلك الدراسة عدداً من النهوج التي يحتمل اتباعها لتحويل مسار جسم قريب من الأرض في مسار صدمي متوقع مع الأرض. وهي مقسّمة عموماً إلى فئتين، هما بدائل "الدفعات القصيرة"، حيث تستخدم طاقة التحويل في حالة حدث قريب من الآنية، وبدائل "الدفع البطيء" حيث تستخدم الطاقة على مدى فترة من الزمن. والعوامل الهامة التي يجب أن تؤخذ في الاعتبار عند اختيار أكثر الأساليب فعالية هي: ما هي المهلة اللازمة للبدليل، أو بعبارة أخرى ما هو الوقت المتاح من كشف خطر الارتطام حتى حدوث الاصطدام، وهو

يشار إليه عموماً بعبارة "مدة الإنذار"؛ وما هو مدى صعوبة الوصول إلى الجسم الذي يشكل الخطر - وهو في الغالب دالة لمساره المداري بالنسبة إلى مسار مدار الأرض؛ وتحديد خصائص الجسم الذي يشكل الخطر؛ وما هو مقدار موارد الطاقة اللازمة لتوجيه قدر فعال من القوة على ذلك الجسم.

٤٣ - وحسب استنتاجات فريق الدراسة التابع لناسا، وجد أن أفضل أساليب الدفعات القصيرة هو استخدام جهاز نوي من بعد، وذلك بالأخص للأجسام الأكبر حجماً وخصوصاً متى لا يكون وقت الإنذار إلا بضعة سنوات، ومصدمة الطاقة الحركية. ويستخدم الأسلوبان كلاهما تكنولوجيا متطورة نسبياً، سبق بيانها عملياً في سيناريوهات شبيهة على الأقل بالبعثات الفضائية فيما بين الكواكب، ويمكن تركيبها ضمن نظم فعالة تطلق في مسارات بين كوكبية باستخدام قدرات الرفع الحالية.

٤٤ - وعرضت أساليب مختلفة للدفع البطيء على فريق الدراسة التابع لناسا، وأجرت لها تحليلاً. غير أنه وجد أن معظمها ليس ناضجاً من الناحية التكنولوجية، (فبعضها ليس أكثر من تصورات مبدئية)، وتكون تطبيقاتها محدودة للغاية بالنسبة لخطر الأجسام القريبة من الأرض، ما لم تسمح أوقات الإنذار ببعثات تكون مدتها سنوات عديدة أو حتى عقود عديدة من استخدام قدرات تحويل المسار. والأسلوبان الوحيدان للدفع البطيء الجديران بمزيد من الدراسة هما القاطرة الفضائية التي تربط بالجسم الذي يشكل خطراً وتغير مساره باستخدام نظم دفع عالية الكفاءة، و "جرار الجاذبية" الذي له قدرة محتملة لتعديل مسار جسم باستخدام الجاذبية الثقالية لمركبة فضائية تحافظ على موقع قريب للغاية من الجسم. ويمكن أن يكون كلاً من الأسلوبين فعالاً في الحالات التي لا تتطلب إلا زيادات ضئيلة في تغيير السرعة، (أي بمقدار ملليمترات في الثانية)، توجه إلى أجسام صغيرة نسبياً (يقبل أكبر أبعادها عن ٢٠٠ متر). إلا أن القاطرة الفضائية تحتاج إلى تحديد أكثر تفصيلاً لخصائص الجسم وإلى توجيه وتحكم أكثر قوة، إلى جانب تكنولوجيات للربط على السطح ليست متاحة على المدى القصير.

٤٥ - ولاحظ فريق العمل أن التحليل الذي أجرته ناسا لخيارات تحويل المسار لم تتناول سوى الأجسام القريبة من الأرض الكبيرة نسبياً ولم تأخذ في الاعتبار مدى الدقة اللازمة أثناء عملية تحويل المسار من أجل تجنب احتمال وضع الجسم في مسار ارتطام عائد.

٤٦ - ولاحظ فريق العمل عموماً أنه، إضافة إلى احتمال الارتطام والوقت المتبقي إلى حين حدوثه، سوف تكون البارامترات الأخرى المؤثرة في استراتيجية الاستجابة هي محل التقاطع المتوقع على سطح الأرض ومدى قابلية تأثر تلك المنطقة بالارتطام. كما يجب أن تقدّر

مختلف الخيارات الخاصة بتحويل المسار والآثار المترتبة على استراتيجية معينة لتحويل المسار - أي الاستعداد من الناحية التقنية، ومدى القبول سياسياً، وتكلفة الاستعداد والتنفيذ، وانسحاب محل التقاطع - مقارنة بالبدائل. وسلّم فريق العمل بأن ارتطاماً معيناً قد لا يهدّد سوى الدول غير المرتادة للفضاء. ورأى أنه ربما يفضّل أن تؤدي جهة فاعلة واحدة قادرة دوراً قيادياً في إعداد بعثة تحويل مسار معينة بدلاً من تجمّع من هيئات مختلفة متعددة الأدوار، وذلك نظراً لمدى تعقّد المهمة وجانب الملاءمة السياسية لحماية معلومات تقنية حساسة. ولذلك يتوخى فريق العمل مصفوفة من الخيارات ذات استجابات متفق عليها لمجموعة متنوعة من سيناريوهات الارتطام، مع وجود جهات فاعلة معينة تؤدي أدواراً محدّدة. وفي هذا الصدد، أشار فريق العمل إلى الحاجة إلى محفل تقني دولي يمكن فيه تحديد سيناريوهات محتملة لمصدمة مع وضع مصفوفة مقابلة لها من خيارات التخفيف من المخاطر تبلغ مستوى من التطوّر يسمح برسم جداول زمنية يعتد بها للبعثات، مع جدول زمني مقابل له للقرارات من أجل المجتمع الدولي.

## واو - السياسة العامة

٤٧ - سلّم فريق العمل بأن خطر الارتطام الذي تشكّله الأجسام القريبة من الأرض هو خطر حقيقي، وبأن الارتطام، وإن كان احتمال حدوثه ضعيفاً، من شأنه أن يخلّف كوارث. وسلّم أيضاً بأن تأثيرات هذا الارتطام سوف تكون عشوائية (أي أنها سوف لا تكون على الأرجح منحصرة في بلد الارتطام) وبأن نطاقها سوف يكون من الضخامة بحيث يصبح الاعتراف بخطر هذه الأجسام قضية عالمية لا يمكن التصدي لها بفعالية إلا من خلال التعاون والتنسيق الدوليين. ولا يُعرف عن وجود بلد لديه استراتيجية وطنية بشأن هذه الأجسام. فالأمم المتحدة من ثمّ لها دور هام في توجيه عملية رسم السياسة العامة المطلوبة.

٤٨ - وخلال السنوات الخمس عشرة القادمة، من المرجّح أن تواجه الأمم المتحدة تحدياً آخر في شكل اتخاذ قرارات حاسمة بشأن الإجراءات التي ينبغي اتخاذها لحماية الحياة على الأرض من ارتطام محتمل بأحد الأجسام القريبة منها. ويعود هذا الوضع إلى تسارع معدّل اكتشاف هذه الأجسام وإلى قدرة البشر المتزايدة على منع حدوث ارتطام أحدها المتوقع بالأرض من خلال المبادرة إلى تحويل مساره. ويزيد من احتمال اضطراب الأمم المتحدة إلى أن تختار بين العمل والسكون احتمال ضرورة اتخاذ قرار قبل توافر معلومات تؤكد أن ارتطاماً سيحدث فعلاً. ولذلك ربما يكون تواتر اتخاذ القرارات أعظم بكثير من حدوث الارتطامات إحصائياً في حد ذاته. ولما كان الإنذار المبكر بهذه الارتطامات والقدرة على منعها قد أصبحا ممكنين الآن، فمن المسلّم به أن البشرية لا يمكنها أن تتنصّل من المسؤولية عن عواقب

ما تفعله أو لا تفعله. فستُدعى الأمم المتحدة لا محالة إلى اتخاذ قرارات وتقييم البدائل المتاحة لأنّ الكرة الأرضية بأسرها معرضة لخطر الارتطام بهذه الأجسام ولأنّ عملية تحويل المسارات تنطوي على زيادة مؤقتة في الخطر الذي يتعرض له السكان الذين لولا ذلك لما داهمهم ذلك الخطر. ومن ثم، أنشأت رابطة مستكشفي الفضاء، من منطلق انشغالها بتلك القضية، لجنةً معنية بالأجسام القريبة من الأرض والتزمت بلفت نظر زعماء العالم ومؤسساته إلى تلك القضية ومساعدتهم على مواجهة ذلك التحدي. وقد أعربت هذه الرابطة، في الدورة الثالثة والأربعين للجنة الفرعية العلمية والتقنية عن عزمها تيسير تلك العملية بتنظيم سلسلة من حلقات العمل التي سوف يُدعى فيها ذوو التجارب من الخبراء في كل أنحاء العالم إلى معالجة هذا التحدي بالتفصيل وإلى إعداد مشروع بروتوكول بشأن تحويل مسار الأجسام القريبة من الأرض، لكي تنظر فيه اللجنة. وستعقد حلقات العمل تلك على امتداد السنتين المقبلتين من أجل صياغة مشروع البروتوكول الذي سيقدّمه فريق العمل إلى اللجنة في دورتها الثانية والخمسين في عام ٢٠٠٩. وقد أفادت رابطة مستكشفي الفضاء بأنّها نجحت في تنفيذ حلقة عملها الأولى من ٩ إلى ١٢ أيار/مايو ٢٠٠٧ في الجامعة الدولية للفضاء في ستراسبورغ، فرنسا. وقد جمعت تلك الحلقة، وهي الأولى من مجموعة من أربع حلقات عمل، فريقاً من خبراء التخفيف من خطر الكويكبات تألّف من مسؤولين ذوي خبرة، بغية وضع مشروع لاتفاق بشأن استجابة دولية لخطر الارتطام بأحد الأجسام القريبة من الأرض. وتضمّنت حلقة العمل الأولى جلسات إحاطة للخبراء بشأن خطر ارتطام الأجسام القريبة من الأرض وحالة برامج البحث والكشف العالمية؛ والطرائق التقنية لتحويل مسار الأجسام القريبة من الأرض؛ والسابقات القانونية الدولية لاتفاق بشأن الأجسام القريبة من الأرض؛ ولحّة عامة عن الجهود الدبلوماسية والبرنامجية التي ربما تكون أفضل أسلوب للتصدي للخطر. ووضع الفريق خطة لأهداف حلقات العمل الثلاث التالية، بما في ذلك الخطوط العامة لإطارها الدولي المقترح لاتخاذ القرارات بشأن الأجسام القريبة من الأرض. ومثّل الأمم المتحدة في حلقة العمل مراقبون عن لجنة استخدام الفضاء الخارجي في الأغراض السلمية وفريق العمل. وعقدت حلقة العمل الثانية من ١٢ إلى ١٥ أيلول/سبتمبر ٢٠٠٧ في سيبو، رومانيا.

٤٩ - ويرد تقرير عن بعض المسائل العلمية التي يلزم تناولها في المنشور المعنون "Comet/Asteroid Impacts and Human Society"<sup>(٢)</sup> (ارتطامات المذنبات/الكويكبات والمجتمع البشري)، الصادر في عام ٢٠٠٧، الذي يلخص مساهمات قدّمت إلى حلقة عمل تحمل نفس العنوان عقدت في عام ٢٠٠٤، تحت رعاية المجلس الدولي للعلوم.

(٢) Peter T. Brobrowsky and Hans Rickman, eds., *Comet/Asteroid Impacts and Human Society*

. (Berlin, Heidelberg, Springer, 2007)

## زاي - مؤتمر الدفاع عن الكوكب، ٢٠٠٧

٥٠ - حضر خبراء من عدد من الدول الأعضاء مؤتمر الدفاع عن الكوكب الذي عقد من ٥ إلى ٨ آذار/مارس ٢٠٠٧ في جامعة جورج واشنطن في مدينة واشنطن العاصمة. وكانت الأهداف الرئيسية لذلك الاجتماع كما يلي: تسليط الأضواء على الحالة الراهنة لأحدث ما توصلت إليه التكنولوجيا في كشف الأجسام القريبة من الأرض، وتحديد خصائصها والتخفيف من مخاطرها؛ فهم الخطر الذي تشكّله الكويكبات والمذنبات والاستجابات المحتملة لارتطام أحد الأجسام القريبة من الأرض؛ النظر في المسائل السياسية والسياساتية والقانونية والاجتماعية التي سوف تؤثر في القدرة على إعداد دفاع فعّال. وسلّم المشاركون في المؤتمر بأنه بينما قد أحرز تقدّم كبير في العلوم والتكنولوجيا منذ المؤتمر السابق المنعقد في عام ٢٠٠٤، فمن الواضح أن الدفاع الفعّال عن الكوكب من خطر الأجسام القريبة من الأرض والتخطيط للتخفيف من كارثة بسبب ارتطام، إذا ما حدث، لا يزالان في المراحل المبكرة. وكانت الاستنتاجات الرئيسية التي خلص إليها المؤتمر كما يلي:

(أ) في حين أن الجهود المتعلقة بالبحث والكشف قد نجحت في العثور على معظم الأجسام الكبيرة "المهلكة للمدنية" التي تبلغ كيلومتراً واحداً أو أكثر من ذلك، لم تبدأ إلا مؤخراً فقط جهود البحث عن الأجسام الأكثر انتشاراً، والأكثر خطراً لذلك السبب، والتي يتراوح نطاق حجمها بين ١٤٠ و ٣٠٠ متر. ويمكن أن يرتطم جسم من ذلك الحجم دون إنذار أو بإنذار قريب ويمكن أن يؤدي إلى خسائر جسيمة في الأرواح والممتلكات عبر منطقة شاسعة؛

(ب) تعتبر الموارد الأرضية، مثل رادار آريسيبو، ذات أهمية حاسمة من أجل زيادة دقة تحديد مدار جسم يحتمل أن يكون خطراً وتوفير المعلومات الأساسية اللازمة لتحويل مساره. وسيؤدي رادار آريسيبو دوراً ضرورياً في زيادة دقة تحديد الخطر الذي يشكله الجسم القريب من الأرض "أبوفيس"؛

(ج) لا يزال تحويل مسار الجسم الذي يشكّل خطراً في مرحلة التصوّر. فلم يكذباً تبيّن الخيارات المتاحة لتحويل مسار أحد الأجسام ولم يوضع بعد تصميم للتقنيات التي قد يمكن استخدامها ولم تجرب بعد. ولم يوضع بعد تصميم لبعثات كاملة لإطلاق جهاز أو أكثر من جهاز لتحويل المسار، ولم يبحث بعد ما يلزم لضمان درجة عالية من احتمال نجاح حملة تحويل المسار الشاملة؛

(د) ينطوي اتخاذ قرار بالاستجابة لخطر ارتطام جسم قريب من الأرض أو عدم الاستجابة له وكيفية الاستجابة على مسائل تقنية وسياسية وسياساتية وقانونية واجتماعية

خطيرة. فارتطامات الأجسام القريبة من الأرض لها قدرة محتملة على إحداث كوارث تعادل أو تتجاوز أي شيء واجهته الحضارات الحديثة على الإطلاق. وعلاوة على ذلك، لم تقم أي من الهيئات التي يحتتمل أن تكون لها مسؤولية الاستجابة بدراسة ذلك النوع من الخطر بصورة وافية. وإضافة إلى ذلك، ليس من المعروف يقيناً أين تقع مسؤولية تنسيق كل الجوانب المتعلقة بخطر الأجسام القريبة من الأرض، من كشفها إلى تحويل مسارها إلى عواقب الارتطام؛

(هـ) إن فهم الخطر المحتمل الذي تشكله الأجسام القريبة من الأرض وتحليله ومعالجته مشكلة دولية تتطلب تعاوناً دولياً. وهناك حاجة إلى قدر عظيم من العمل من أجل إرساء أساس للتعاون الدولي والعمل الدولي في جميع المجالات المتصلة بالدفاع عن الكوكب. وربما يمتد ذلك الأساس إلى أبعد من الدفاع فيشمل فائدة عمليات استكشاف الفضاء الدولية المأهولة وغير المأهولة.

٥١ - واقترحت أيضاً في مؤتمر الدفاع عن الكوكب مجموعة من الإجراءات يوصى باتخاذها كما يلي:

(أ) تحديد خصائص الكويكب ٩٩٩٤٢ "أبوفيس" وزيادة دقة تحديد مداره خلال ظهوره في عامي ٢٠١٢-٢٠١٣؛

(ب) دعم تشغيل المرافق الحاسمة الأهمية لاستكشاف الأجسام القريبة من الأرض وتحديد مداراتها وتعقبها؛

(ج) استهلال إجراءات فوراً لتحديد مواقع الأجسام في فئة ١٤٠ متراً التي تشكل خطراً؛

(د) استهلال برنامج، ربّما بالتعاون مع أهداف تتعلق بالعلوم الكوكبية، لتحديد خصائص الأجسام التي يحتتمل أن تشكل خطراً في الموقع؛

(هـ) دراسة التكنولوجيات المتصلة بأسلوبيّ الدفعات والدفع البطيء التي يرجى منها أكثر من غيرها ووصفها وبياتها عملياً؛

(و) وصف استجابة الجسم القريب من الأرض لمحاولة لتحويل مساره؛

(ز) وضع تصميمات كاملة لحملة لتحويل المسار وتوثيقها، بما في ذلك احتياجات مركبة الإطلاق والحمولة، واحتياجات الدعم الأرضي، وموثوقية البعثة عموماً، والجدول الزمني للبعثة ومراحلها وتكاليفها؛

(ح) إجراء تمرين للاستجابة لارتطام، في شكل تمرين محاكاة جيدة الصياغة والتصميم، تحركها موارد محسّنة للألعاب والنمذجة والمحاكاة، من أجل زيادة فهم تطورات كوارث الارتطام والأعباء التي تقع على الأجهزة المسؤولة عن الاستجابة لها وعلى نظم الاتصالات؛

(ط) إدراج خطر الأجسام القريبة من الأرض ضمن اختصاصات الهيئات الوطنية والدولية على حدٍ سواء المكلفة حالياً بمعالجة الكوارث الجسيمة الطبيعية والتي من صنع الإنسان؛

(ي) إجراء المزيد من البحوث الرامية إلى فهم العلاقة بين حجم الجسم القريب من الأرض وعواقب الحدث، وهي علاقة حاسمة الأهمية لتعيين الحد الأدنى من جهود تحويل المسار؛

(ك) صوغ بروتوكول دولي يستخدم في الأوضاع التي تستلزم اتخاذ قرارات حرجة تتعلق بالتهديد والتخفيف من آثار الكوارث؛

(ل) زيادة التعاون الدولي في الجهود الهادفة إلى الكشف وتحديد الخصائص وتخطيط البعثات والبحوث المتعلقة بتحويل المسار. والتصوّر المقترح هو إنشاء فريق مماثل للجنة التنسيق المشتركة بين الوكالات المعنية بالحطام الفضائي؛

(م) وضع وتنفيذ آلية لضمان تمويل التكنولوجيات الحرجة والجهود المتصلة بها على المدى الطويل. استهلال مناقشات من أجل فهم المسائل ذات الصلة ووضع إطار لاستخدام المتفجرات النووية قبل تبين تهديد واضح؛

(ن) صوغ اتفاقات دولية تحدد المسؤولية المتصلة بالتنبؤ بارتطام أو باتخاذ أو عدم اتخاذ قرار بصدد خطر يهدد به جسم قريب من الأرض؛

(س) جذب اهتمام المتخصصين والممارسين في مجال العلوم الاجتماعية والسلوكية وإبقاء ذلك الاهتمام؛

(ع) وضع استراتيجية لتوعية المسؤولين المنتخبين والحكوميين وكذلك الجمهور بشأن طبيعة خطر الأجسام القريبة من الأرض وما الذي يمكن توقعه فيما يتعلق بكشف الأجسام القريبة من الأرض والإنذارات. ويمكن أن يكون الوقت المناسب لعرض تلك الاستراتيجية والمبادرات ذات الصلة بما هو عام ٢٠٠٩، الذي سيشهد السنة الدولية لعلم الفلك (<http://www.astronomy2009.org>). والسنة الدولية ينسقها الاتحاد الفلكي الدولي،

وقد أنشأ أمانة مركزية تعنى بالسنة. وينبغي تعزيز مشاركة الاتحاد في المناقشات المتصلة بالأجسام القريبة من الأرض؛

(ف) دراسة كيف يمكن أن تؤثر عوامل اجتماعية مثل علم النفس الفردي والجماعي والثقافة والمعتقدات السياسية والدينية في اتخاذ قرار بالتقدم نحو مجهود لتحويل مسار جسم قريب من الأرض.

٥٢ - ويمكن الاطلاع على تقرير أكثر تفصيلاً لمؤتمر الدفاع عن الكوكب على الإنترنت (<http://www.aero.org/conferences/planetarydefense/>). ورحب فريق العمل بتقرير المؤتمر ومن المتوقع أن يناقش فريق العمل هذه الإجراءات الموصى بها خلال الدورة الخامسة والأربعين للجنة الفرعية العلمية والتقنية.